

РОССИЙСКАЯ ФЕДЕРАЦИЯ

(19) RU (11) **119 131** (13) U1ФЕДЕРАЛЬНАЯ СЛУЖБА  
ПО ИНТЕЛЛЕКТУАЛЬНОЙ СОБСТВЕННОСТИ

(51) МПК

[G01T 1/20 \(2006.01\)](#)

## (12) ОПИСАНИЕ ПОЛЕЗНОЙ МОДЕЛИ К ПАТЕНТУ

Статус: не действует (последнее изменение статуса: 07.09.2015)

(21)(22) Заявка: [2012114988/28](#), 16.04.2012(24) Дата начала отсчета срока действия патента:  
16.04.2012

Приоритет(ы):

(22) Дата подачи заявки: 16.04.2012

(45) Опубликовано: [10.08.2012](#) Бюл. № 22

Адрес для переписки:

620002, г.Екатеринбург, ул. Мира, 19, УрФУ,  
центр интеллектуальной собственности,  
Т.В. Маркс

(72) Автор(ы):

Чернухин Юрий Илларионович (RU),  
Терёхин Владимир Александрович (RU),  
Шульгин Борис Владимирович (RU),  
Черепанов Александр Николаевич (RU),  
Иванов Владимир Юрьевич (RU)

(73) Патентообладатель(и):

Федеральное государственное автономное  
образовательное учреждение высшего  
профессионального образования  
"Уральский федеральный университет  
имени первого Президента России Б.Н.  
Ельцина" (УрФУ) (RU)

## (54) СЦИНТИЛЛЯЦИОННЫЙ ДЕТЕКТОР ЭЛЕКТРОНОВ И БЕТА-ИЗЛУЧЕНИЯ

(57) Реферат:

Область техники. Полезная модель относится к технике регистрации электронного и бета-излучения и может быть использована при создании высокочувствительных детекторов, предназначенных для обнаружения и идентификации электронных и бета-источников в условиях повышенного нейтронного и гамма-фона, например, в системах дозиметрического и таможенного контроля.

Сущность полезной модели. Сцинтилляционный детектор электронов и бета-излучения, состоит из сцинтиллятора, находящегося с ним в оптическом контакте фотоприемника и системы регистрации, причем сцинтиллятор выполнен гетерогенным, многослойным, он образован набором последовательно размещенных слоев, оптически изолированных друг от друга; слои оптически соединены с отдельными для каждого слоя фотоприемниками, и каждый из слоев в отдельности подключен к системе регистрации, а число и толщины слоев сцинтиллятора выбраны из условия обеспечения требуемой энергетической селекции электронов и бета-излучения исследуемых источников излучения и из условия дискриминации нейтронного и гамма-фона по кратности их регистрации в слоях.

Технический эффект: селективная (избирательная) спектральная чувствительность к регистрируемому излучению; увеличенная апертура; снижение чувствительности к нейтронному и гамма-фону, то есть их дискриминация, возможность обеспечения требуемой энергетической селекции электронов и бета-излучения, то есть возможность получения спектральной информации при регистрации сигналов в счетном режиме.

Полезная модель относится к технике регистрации электронного и бета-излучения и может быть использовано при разработках высокочувствительных детекторов, предназначенных для обнаружения и идентификации бета-источников в условиях повышенного нейтронного и гамма-фона, в частности, в системах дозиметрического и таможенного контроля.

Основными требованиями, предъявляемыми к детекторам электронов, являются: высокая эффективность и спектральная чувствительность регистрации электронов, высокое быстродействие, низкая чувствительность к гамма-квантам и нейтронам, приемлемая стоимость, весогабаритные и другие эксплуатационные характеристики.

Известны разнообразные устройства для регистрации и спектрометрии электронного и бета-излучения: сцинтилляционные детекторы на основе органических и неорганических материалов, газовые ионизационные детекторы и магнитные спектрометры. (Л.С.Горн, Б.И.Хазанов. Современные приборы для измерения ионизирующих излучений. Энергоатомиздат, М., 1989). Ни одно из этих устройств в полной мере указанным требованиям не удовлетворяет, в наибольшей степени им соответствуют характеристики существующих сцинтилляционных детекторов.

Известен сцинтилляционный детектор ядерных излучений (Патент US №3688118, кл. G01T 1/00, 1972), который содержит два сцинтилляционных датчика, один из которых чувствителен как к заряженным частицам: к электронному и бета-излучению, так и к нейтронам, а второй сцинтилляционный датчик чувствителен только к заряженным частицам: к электронному и бета-излучению. Однако ни один из этих сцинтилляционных датчиков электронного и бета-излучения не пригоден для идентификации их энергии и селекции электронов на фоне гамма-квантов и нейтронов.

Известны комбинированные сцинтилляционные датчики электронного и бета-излучения, содержащие различные сцинтилляторы (Патент RU №2088952, кл. G01N 1/20, 1997, Патент US №5514870, кл. G01T 001/202; G01T 001/203, 1996). Однако они обладают значительной чувствительностью к гамма-квантам, непригодны для дискриминации гамма-излучения, а электронный тракт обработки сигналов таких датчиков оказывается сложным.

Известен сцинтилляционный датчик электронного и бета-излучения, описанный в работе (В.Прайс. Регистрация ядерного излучения. М.: ИИЛ, 1960. 464 с). Датчик содержит сцинтиллятор, фотоприемник и тракт обработки сигналов. В качестве сцинтиллятора в известном устройстве применяют кристаллы антрацена, обладающие малым временем высвечивания (до 4 нс). Недостатком известного устройства является постоянная толщина выбранного сцинтиллятора, равная, по крайней мере, пробегу бета-частиц с фиксированной максимальной энергией, что делает его малоприспособленным для измерения спектров бета-источников с более жестким спектром, т.е. с большей максимальной энергией. Недостатком его является также чувствительность к фоновому нейтронному и гамма-излучению, невозможность их дискриминации и необходимость сложной схемы анализатора и коррекции сигналов.

Наиболее близким к заявляемой полезной модели является сцинтилляционный датчик электронного и бета-излучения (Патент RU №2251124 от 14.10.2003), который состоит из клинообразного поглотителя излучения вогнутой формы, сцинтиллятора в виде одномерного сцинтилляционного экрана, фотоприемника в виде одномерной фоточувствительной линейки и тракта обработки сигналов (системы регистрации). Электронное или бета-излучение в известном датчике попадает на клинообразный поглотитель излучения и проникает сквозь него на глубину, не превышающую максимальный экстраполированный пробег электронов (бета-частиц) для данной энергии. Прошедшее сквозь поглотитель излучение попадает на сцинтиллятор, обеспечивая его свечение и загрузку находящегося в оптическом контакте с ним фотоприемника. Благодаря клинообразной форме поглотителя свечение сцинтиллятора и, соответственно, загрузка фотоприемника имеет место от начала (нулевой толщины) клина до некоторого предела, соответствующего определенной толщине клина, по которому и можно определить максимальную энергию падающего излучения. Таким образом, координата крайней светящейся ячейки сцинтилляционного экрана соответствует некоторой максимальной энергии регистрируемого излучения. Фоторегистрирующее устройство и тракт обработки сигналов определяют крайнюю светящуюся ячейку сцинтилляционного экрана путем сравнения сигнала от каждой ячейки фоторегистрирующей линейки с сигналом, соответствующим пороговому значению, адекватному фону.

Однако известный датчик электронного и бета-излучения обладает принципиальным недостатком, связанным с тем, что движение электронов при их замедлении внутри клинообразного замедлителя происходит не по прямолинейной, а

по сложной ломаной траектории. По этой причине крайняя светящаяся точка сцинтилляционного экрана может лишь качественно (очень неточно) указывать на энергию регистрируемых электронов. Кроме того, он не обеспечивает дискриминации гамма-излучения и нейтронов, имеет ограниченную апертуру и сравнительно сложную систему регистрации.

Задачей заявляемой полезной модели является создание высокочувствительного спектрального сцинтилляционного детектора с высоким быстродействием регистрации электронов и бета-излучения и сравнительно простым и дешевым трактом регистрации, обеспечивающим эффективную дискриминацию фонового гамма и нейтронного излучений и, как следствие, ведущим к повышению отношения эффект/фон при измерениях.

Задача в заявляемой полезной модели решается за счет того, что в сцинтилляционном детекторе электронов и бета-излучения, состоящем из сцинтиллятора, фотоприемника, находящегося с ним в оптическом контакте, и системы регистрации, сцинтиллятор выполнен гетерогенным, многослойным и образован набором последовательно размещенных слоев, оптически изолированных друг от друга, при этом слои оптически соединены с отдельными для каждого слоя фотоприемниками, и каждый из слоев в отдельности подключен к системе регистрации, причем число и толщины слоев сцинтиллятора выбраны из условия обеспечения требуемой энергетической селекции электронов и бета-излучения исследуемых источников излучения и условия дискриминации нейтронного и гамма-фона по кратности их регистрации в слоях.

Наличие признаков «сцинтиллятор выполнен гетерогенным, многослойным и образован набором последовательно размещенных слоев, оптически изолированных друг от друга, при этом слои оптически соединены с отдельными для каждого слоя фотоприемниками, и каждый из слоев в отдельности подключен к системе регистрации», - признаков, отличающих заявляемую полезную модель от прототипа, позволяет считать ее соответствующей условию патентоспособности «новизна».

Схема заявляемой полезной модели - сцинтилляционный детектор электронов и бета-излучения приведена на Фиг.1.

Детектор состоит из входного окна 1, сцинтиллятора 2, который выполнен гетерогенным и образован набором М последовательно размещенных слоев 3 из сцинтиллирующего пластикового оптоволоконна фирмы Viscon или из пластин другого пластикового материала. Толщины  $\Delta_i$  слоев 3 могут быть равными или отличаться по размеру. Между слоями 3 размещены тонкие ( $\Delta \rightarrow 0$ ) светонепроницаемые фильтры 4.

Слои 3 сцинтиллятора 2 соединены спектросмещающими (переизлучающими) оптоволоконнами 5 (WLS - волокнами) с отдельными для каждого слоя 3 фотоприемниками 6, в качестве которых могут быть использованы фотоэлектронные умножители (ФЭУ), фотодиоды и т.п. Каждый из слоев 3 в отдельности подключен к системе регистрации 7.

Принцип действия детектора основан на измерении кратности регистрируемых излучений в слоях 3 сцинтиллятора 2, зависящей от их энергии Е. Работает детектор следующим образом.

Излучение бета-источника (сам источник на Фиг.1 не показан) через входное окно 1 поступает на сцинтиллятор 2. В зависимости от энергии электронов в одном слое 3 или практически одновременно в нескольких (двух, трех и т.д.) слоях 3 возникают сцинтилляции. Свет от слоев 3 через оптоволоконные жгуты 5 передается в фотоприемники 6, где преобразуется в электрические импульсы.

В результате последующей обработки сигналов от всех слоев 3 с помощью схем совпадений и анализатора счета совпадений (на чертеже не показаны) системы регистрации 7 определяется кратность каждого акта регистрации контролируемых бета-частиц, падающих на входное окно 1 детектора. Для выбранной композиции слоев 3, (толщин  $\Delta_i$  и числа М) и принятого порога регистрации сигналов в системе регистрации 7 ( $\varepsilon_n$  - пороговое значение поглощенной энергии электронов в слое 2) это позволяет установить интервал энергий  $\Delta E_k$ , соответствующий энергии зарегистрированной частицы,  $E_{k-1} < E < E_k$  где к - индекс энергетической группы в групповом представлении измеряемого бета-спектра.

Если, например, принять, что  $\Delta_1 = \Delta_2 = 0,2$  см,  $\Delta_3 = \Delta_4 = \Delta_5 = 0,5$  см,  $M=5$ ,  $\varepsilon_n = 0,2$  МэВ (при рассматриваемом способе светосбора и существующих характеристиках фотоприемников 6 такое значение  $\varepsilon_n$  гарантирует практически 100%-ую вероятность регистрации сцинтилляций в слоях 3 детектора), а тормозная способность детектора, в частности, сцинтиллятора 2 по отношению к электронам с энергией  $E \geq 0,2$  МэВ составляет  $dE/dx \cong 2$  МэВ/см, то однократная регистрация бета-частиц (в первом слое

3) будет означать, что их энергия лежит в интервале  $E \cong 0,2 \div 0,5$  МэВ, при двукратной регистрации (в первом и втором слоях 3) -  $E \cong 0,5 \div 1$  МэВ, при трехкратной регистрации (в первом, втором и третьем слоях 3) -  $E \cong 1 \div 2$  МэВ, при четырехкратной регистрации (в первом - четвертом слоях) -  $E \cong 2 \div 3$  МэВ, а при пятикратной регистрации (в первом - пятом слоях 3) -  $E > 3$  МэВ (у подавляющего большинства радиоизотопных бета-источников максимальная энергия бета-спектров лежит в интервале  $E_{\max} \sim 0,2 \div 3$  МэВ).

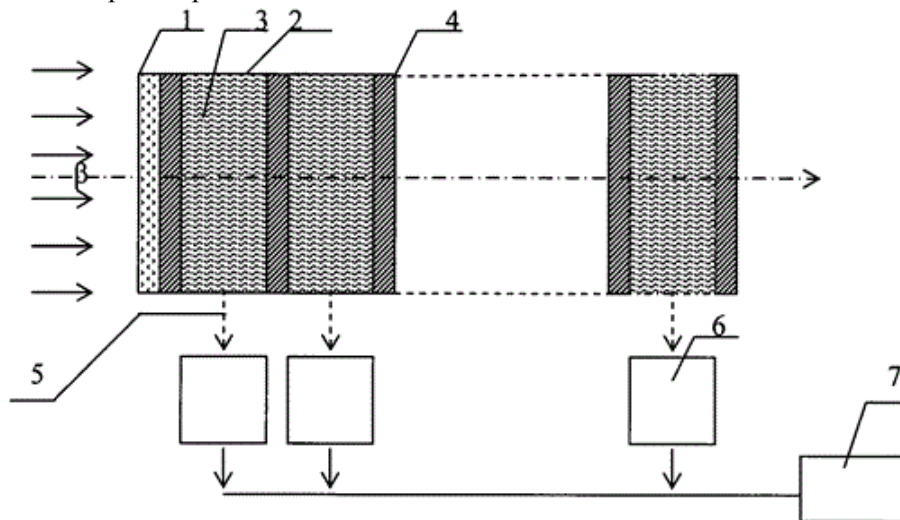
Как видно из изложенного, предложенная пространственно-функциональная структура заявляемой полезной модели обеспечивает возможность создания детекторов с селективной спектральной чувствительностью, большой апертурой, большим быстродействием (с временем высвечивания сцинтилляций  $\sim 5$  нс) и низкой чувствительностью к нейтронам и гамма-квантам, что обеспечивает их дискриминацию. Кроме того, при соответствующей настройке системы регистрации в совокупности с представленной конструкцией детектора обеспечивается возможность регистрации электронов в счетном режиме вместо сложного амплитудного анализа регистрируемых сигналов. Заявляемая полезная модель обеспечивает повышение точности регистрации электронов и бета-излучения, их энергетическую селекцию, дискриминацию нейтронов и гамма-квантов, повышение надежности обнаружения и идентификации бета-источников и упрощение конструкции.

Технический эффект: обеспечивается селективная (избирательная) спектральная чувствительность к регистрируемому излучению; увеличенная апертура; снижение чувствительности к нейтронному и гамма-фону; возможность обеспечения энергетической селекции, получения спектральной информации при регистрации сигналов в счетном режиме.

Таким образом, предлагаемый детектор предназначен для использования в разнообразных системах обнаружения и идентификации бета-источников с целью улучшения их эксплуатационных характеристик при повышенном гамма-нейтронном фоне; для заявляемой полезной модели в том виде, как она охарактеризована в формуле, подтверждена возможность ее осуществления с помощью описанных в заявке и известных до даты приоритета средств и методов; детектор, воплощенный в заявляемой полезной модели, при его осуществлении способен обеспечить достижение усматриваемого заявителем технического результата. Заявленная полезная модель соответствует требованиям «промышленной применимости».

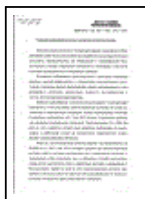
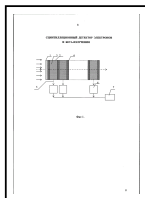
#### Формула полезной модели

Сцинтилляционный детектор электронов и бета-излучения, состоящий из сцинтиллятора, находящегося с ним в оптическом контакте фотоприемника и системы регистрации, отличающийся тем, что сцинтиллятор выполнен гетерогенным, многослойным и образован набором последовательно размещенных слоев, оптически изолированных друг от друга, при этом слои оптически соединены с отдельными для каждого слоя фотоприемниками, и каждый из слоев в отдельности подключен к системе регистрации.



ФАКСИМИЛЬНЫЕ ИЗОБРАЖЕНИЯ

Реферат:

**Описание:****Рисунки:****ИЗВЕЩЕНИЯ**

**ММ1К Досрочное прекращение действия патента из-за неуплаты в установленный срок пошлины за поддержание патента в силе**

Дата прекращения действия патента: **28.08.2012**

Дата публикации: [20.06.2013](#)